



De Ministerraad gaf in 2004 zijn akkoord voor de bouw van een nieuw Belgisch onderzoeksstation in Antarctica. Het betreft een zomerbasis die vier maanden per jaar open is (van november tot februari, zie *Science Connection* 2 en 5). De bouw en inhuldiging van de nieuwe wetenschappelijke basis is voorzien in het Antarcticazomerseizoen 2007-2008, ter gelegenheid van het grote internationale programma “het 4de *International Polar Year* (IPY)”. Dit valt eveneens samen met de 50ste verjaardag van de oprichting van de voormalige Koning Boudewijnbasis (1957-1959).

Nieuwe Belgische onderzoeksbasis in Antarctica

# een duurzaam en milieuvriendelijk concept



**N**a een jaar van vooronderzoeken, zes maanden van ontwerp-validatie en twee verkenningsexpedities naar Antarctica zijn de krijtlijnen voor het ontwerp uitgezet. Zonder afbreuk te doen aan de eerste doelstelling, namelijk het bouwen van een efficiënte en veilige uitvalsbasis voor wetenschappelijk onderzoek, zal dit het eerste station zijn dat voor zijn energievoorziening volledig op duurzame energiebronnen terugvalt. Hierdoor is het project toonaangevend op mondiaal niveau en meteen ook een unieke technische uitdaging waarbinnen (Belgische) bedrijven hun kennis in diverse domeinen kunnen demonstreren.

### Innovatie betekent methode en organisatie

In de eerste plaats is het ontwerpproces zelf de sleutel tot deze innovatie. De analyse en conceptvorming gebeuren binnen de projectkerngroep. Rond deze kerngroep bevinden zich een – nog steeds groeiend – aantal technologiepartners, die elk hun bijdrage in het totaalproces leveren. Verder is er een adviesverlenend comité bestaande uit deskundigen met relevante ervaring in de wetenschapswereld en de industrie.

Er wordt gewerkt volgens een geïntegreerde ontwerp-methode waarin alle ontwerpparameters worden meegenomen van bij de aanvang van het ontwerpproces. Het ogenschijnlijke nadeel van deze methode, zijnde de veelheid van parallel te verwerken informatie in de startfase, wordt ruimschoots gecompenseerd wanneer later in het project een compromis tussen de vaak tegenstrijdige vereisten moet gevonden worden. Deze methode garandeert een homogeen en performant eindresultaat. Het is geen toeval dat in deze werkwijze een aantal mechanismen worden gebruikt zoals men die kan terugvinden in O&O-projecten voor de ruimtevaart en *applied technologies*. Er is dan ook meer dan één overeenkomst: energievoorziening, veiligheid, onbereikbaarheid, omgevingsfactoren zoals hoge straling, enz... Omdat Antarctica niet de plaats is om te experimenteren voor de mens maar door de mens, kan men enkel werken met een innovatieve combinatie van *proven solutions*.

### Voorstudiefase

Een eerste hindernis die moest overwonnen worden was de versnippering van bestaande informatie en het ontbreken van concrete ervaring. In de voorstudiefase is er daarom heel wat uitwisseling gebeurd met verschillende polaire instituten maar ook met Belgische en buiten-

landse wetenschappers en andere experts. Er werden werkbezoeken georganiseerd maar uiteraard was de terreinervaring door het projectteam zelf, essentieel. Deze werd voor een groot stuk opgedaan met de verkenningsexpedities. Tijdens de expeditie van 2004 (*Belare 2004 Site Survey Expedition*) werd een geschikte bouwplaats gevonden en de expeditie van 2005 (*Belare 2005 Logistic Survey Expedition*) richtte zich op de verkenning van de logistieke aanvoerroutes naar de kust. Deze expedities leverden de voor het ontwerpproces noodzakelijke meetgegevens (topografie, glaciologie, geologie, meteodata, enz. ). Tenslotte was er in november 2005 een bezoek aan de Noorse Antarcticabasis Troll. Hiermee werd de voorstudiefase afgerond. Alle input, feedback en *lessons learned* werden vertaald in een definitief eisenpakket.

### Het station-programma

Het uit het eisenpakket gedistilleerde station-programma voorziet in een functionele en aangename woon-werkomgeving. Flexibiliteit is hierbij een sleutelgegeven. Het station is ontworpen om gemakkelijk mee te evolueren met nieuwe technologieën, met wisselende eisen van de wetenschap en met een grote variabiliteit in het aantal bezoekers. Door het extreem energievriendelijke karakter zal het slechts een kleine ingreep vragen om het station, indien gewenst, om te vormen van een zomer- naar een winterstation.

Voor wetenschappelijke doeleinden zijn er voorzieningen zoals labs, geconditioneerde opslagruimten en aparte observatiehutten. Deze laatste zijn nodig voor experimenten waarbij de activiteiten in het gebouw zelf de metingen kunnen verstoren (bijvoorbeeld seismologische en magnetische metingen). Voor onderzoek verder weg van het station (tot max. 200 km) zijn mobiele units ontworpen die een groep van wetenschappers tot meerdere weken autonoom kunnen laten opereren. Gedurende de lange winterperiode (maart-oktober) zal een permanente satellietlink met België instaan voor datacommunicatie van continue automatische metingen.

Het station is bewust compact gehouden; het gebouw is qua ruimte en systeemontwerp geoptimaliseerd voor 12 personen maar het heeft voldoende buffercapaciteit voor het kortstondig huisvesten van 20 tot 30 personen. In het ontwerp is veel aandacht gegaan naar het geluidcomfort, een functionele indeling en praktische organisatie. Het programma beperkt zich niet enkel tot de gebouwen maar omvat ook installaties zoals brandstof-





depots, een landingszone voor kleine vliegtuigen en alle andere elementen die een basis nodig heeft.

### Gebruik van het terrein

De basis wordt ingeplant op een rotsrichel, 200 km van de rand van de *ice-shelf* (kust) naast een *outlet-gletsjer* van het Antarctisch hoogplateau en net voor het *Sør Rondane*-gebergte (Oost-Antarctica), een gebied dat voor wetenschappelijk onderzoek interessante en relatief goed te bereiken opportuniteiten biedt.

De keuze van de bouwsite was een oefening in het samenbrengen van soms tegenstrijdige vereisten. Het surveyteam van 2004 was concreet op zoek naar heel specifieke terreincondities waarin parameters zoals toegankelijkheid, verankering, energie en wind centraal stonden. Vooral de windcondities geven de nodige hoofdbrekens omdat enerzijds wind nodig is voor windenergie en anderzijds er voldoende natuurlijke bescherming moet zijn tegen de destructieve katabatische winden (krachtige winden die vanaf het hoger gelegen centrum van het continent komen gewaaid als gevolg van de zwaartekracht) die typisch zijn voor Antarctica. De weersgegevens verzameld gedurende een jaar tonen in ieder geval aan dat de site voorlopig aan de verwachtingen voldoet. Dit vertaalt zich in verrassend “milde” temperaturen ( $-36^{\circ}\text{C}$  minimaal) en een gunstig windregime met een gemiddelde van 6 m/s en relatief lage pieken (40 m/s).

Het geselecteerde ontwerp is van een hybride type. Enerzijds is er een leefmodule op palen boven de granieten richel (een beproefde oplossing gebruikt voor op rotsgebouwde stations). Anderzijds is er de opslag/werkplaatsmodule die grotendeels in het terrein verzonken is (een oplossing die men kan terugvinden bij op het ijs gebouwde stations). Beide modules zijn door een tunnel verbonden. Dit concept, waarin de voordelen van twee beproefde bouwtypologieën optimaal verenigd zijn zonder de nadelen ervan, was enkel mogelijk door een unieke combinatie van terreincondities. Die bestaat erin dat het relatief kleine en sneeuwvrije rotsoppervlak van de rotsrichel geflankeerd wordt door diepe geaccumuleerde en gecompacteerd sneeuw op een plek die tegelijk een open karakter heeft maar ook natuurlijke bescherming biedt.

### Verrassend hoog energieaanbod

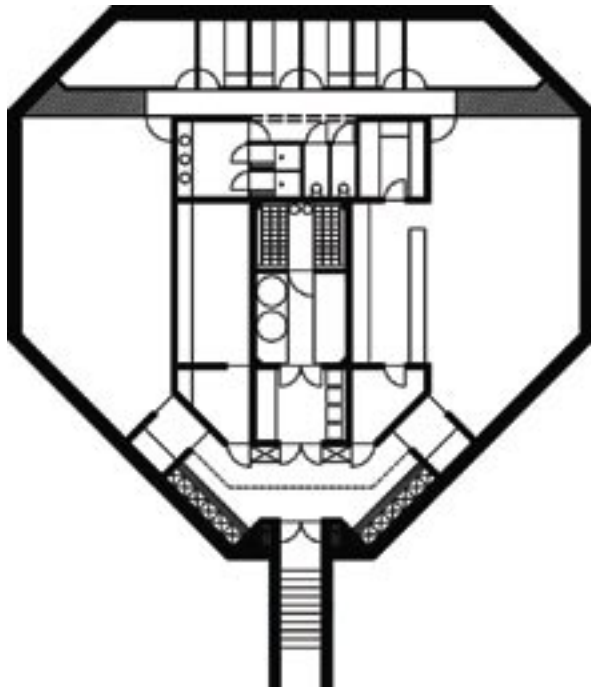
Voor de energiestudies zijn gebruikersprofielen gecreëerd die in detail de energiebehoeften tijdens het zomerseizoen en het onbemande winterseizoen in kaart brengen. Het systeemontwerp van de basis biedt een combinatie van bouwfysische en actieve systemen om aan deze vraag te voldoen en om zo efficiënt mogelijk met de energie om te gaan. Het energieaanbod is in de

zomer voor een groot deel ingevuld door de zon. Deze is 24 uur per dag aanwezig en ondanks de lage positie aan de horizon is het energiepotentieel mede door het hoge albedo aanzienlijk. Door middel van een combinatie van fotovoltaïsche panelen, thermische panelen en passieve zonnewarmte worden gedurende het zomerseizoen de behoeften aan verwarming, warm water en ook het smelten van sneeuw (waterproductie) ingevuld. De rest van het energiebudget wordt geproduceerd door vier relatief kleine windturbines (15kW) die over een afstand van 600 m over de richel verspreid staan. Een energie-managementsysteem staat in voor het zo efficiënt mogelijk sturen van de verschillende actieve systemen zodat optimaal gebruik kan gemaakt worden van energieverliezen (cogeneratie) en de buffercapaciteit in batterijen kan beperkt worden. Voor noodgevallen worden 2 conventionele generatoren voorzien.

### Onbemand overwinteren maakt de zaak moeilijker

Het is op het eerste gezicht contradictorisch dat het ontwerpen van een zomerbasis – open van november tot en met februari – een zwaardere opdracht blijkt te zijn dan een basis die het hele jaar open is. In het laatste geval is de continue aanwezigheid van mensen een groot voordeel omdat men te allen tijde kan ingrijpen en men niet te kampen heeft met het probleem van extreme afkoeling. Apparatuur binnenin het gebouw en het gebouw zelf lopen in de winter – als de temperatuur kan dalen tot  $-60^{\circ}\text{C}$  – namelijk een reëel risico op beschadiging. Een aantal subsystemen zoals het waterzuiveringssysteem en de apparatuur voor remote sensing en gebouwmonitoring zal gedurende de winter actief blijven (zij het in een lagere graad). Zij zullen van energie worden voorzien door batterijen en door een robuuste kleine windturbine die in tegenstelling tot de “zomerturbines” het hele jaar door zal werken.

Er is gezocht naar een oplossing waarin de functionele eisen naadloos samengaan met de beperkingen opgelegd door het afsluiten van de basis in de winter en het streven naar maximale energie-efficiëntie. Daarom is het gebouw samengesteld uit een aantal concentrische lagen die rondom een “warme” technische kern liggen. In deze kern zijn de basisfuncties en de meest kwetsbare systemen gegroepeerd. Een tweede laag omvat alle actieve systemen zoals toepassingen die water nodig hebben. Een derde laag zijn “passieve” ruimten waarin zich enkel meubilair bevindt. Tenslotte is er de “huid” van het gebouw die optimaal geïsoleerd is. In de winter worden de verschillende lagen hermetisch van elkaar afgesloten. Binnen elke geïsoleerde buffer die zo ontstaat wordt gedurende de hele winter de temperatuur gecontroleerd. Het controlesysteem van het station (SCS) waakt erover dat de temperatuur binnen vastgelegde limieten blijft.

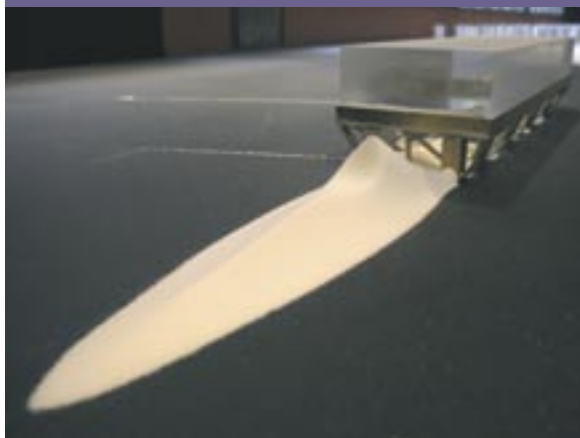
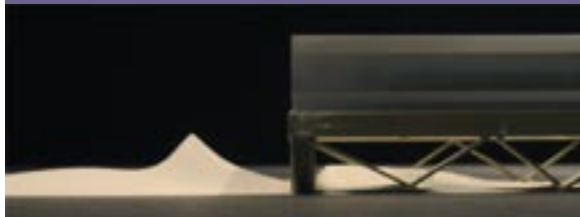


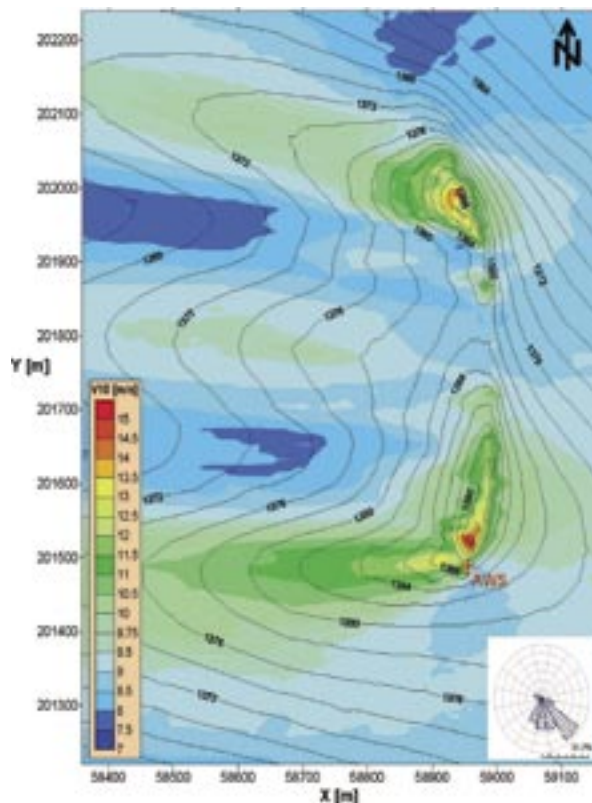
Deze opbouw biedt een aantal belangrijke voordelen. Er kunnen temperatuursgevoelige systemen en toestellen gekozen worden die in normaal gebruik, tijdens de zomer, performant en energiezuinig zijn. Alle energieverbruikers bevinden zich in de kern van het gebouw waardoor energieverliezen optimaal benut worden. Alle actieve systemen zijn met een compact netwerk met elkaar verbonden. Hierdoor wordt het risico op defecten verkleind (minder onderdelen) en kritische handelingen zoals het laten leeglopen van buizen voor de winter wordt heel eenvoudig. Er is bovendien minder energie nodig voor het verpompen van vloeistoffen, waarbij de graviteit maximaal wordt benut.

De technische kern van het gebouw, die in principe *stand-alone* kan functioneren, is via satelliet verbonden met België. Zo kan in oktober het systeem vanop afstand opgestart worden, het gebouw gradueel op temperatuur worden gebracht (een thermische shock vermijdt) en de bioreactoren van het afvalwatersysteem stap voor stap opgestart worden (dit vraagt meerdere weken). Het station zal dan ook klaar zijn voor gebruik bij de aankomst van de eerste bezoekers, waardoor de opstarttijd drastisch beperkt wordt en men sneller aan de slag kan voor de voorbereiding van de wetenschappelijke activiteiten. Dit is slechts één van de vele maatregelen die de operationele kosten binnen het vooropgestelde werkbudget moeten houden.

## Aerodynamica als design

Een snelle opstart is ook mogelijk door de onderhoudswerkzaamheden op het terrein rond de basis te beperken. In het project wordt veel aandacht besteed aan de aerodynamica van het gebouw. Dit heeft een aantal redenen. Het gebouw staat in de wind en de geometrie van het gebouw garandeert dat het sneeuwvrij blijft. De sneeuwaccumulatie die onvermijdelijk gecreëerd wordt achter het gebouw is gecontroleerd qua hoeveelheid en afzettingspatroon. Hierin spelen beide bouwmodules (hybride type) op elkaar in. Het leefgedeelte kanaliseert de windstromen en het dak van de ingegraven module werkt als een geleider die de sneeuwdrift afleidt naar een zone weg van het gebouw. De doelstelling is het tijdrovende sneeuwruimen te vermijden en het gebouw optimaal te laten functioneren. Verder zijn de windtunneltesten (uitgevoerd in het von Karman Institute for Fluid Dynamics – zie ook Science Connection 9) noodzakelijk om het windgeruis (turbulenties) te beperken, de locatie van in- en uitgangen te bepalen en vooral de mechanische belasting op de structuur in te schatten.





## Veiligheid voor mens en milieu staat centraal

Het werken volgens de bepalingen van het Antarctica-verdrag houdt in dat er heel wat procedures en maatregelen zijn die emissies, vervuiling en het verwerken van afval regelen. Het project gaat hier nog een stap verder door de manier waarop de constructie en de operationele fase werden bedacht.

Voor de watervoorziening zal zoals elders in Antarctica sneeuw worden gesmolten. Voor de Belgische basis echter zal dit vooral gebeuren met behulp van thermische zonnecollectoren. De hoeveelheid te smelten water zal beperkt zijn omdat het gebruikte water wordt gerecycled voor secundaire functies zoals het wassen van kleren en de toiletten. In een latere fase kan er, indien gewenst, worden uitgebreid naar een 90% recyclage. Het overschot aan gebruikt water wordt volledig volgens de geldende normen opgeslagen in een diepe opening achter de rotsrichel. Veel aandacht ging ook naar de beperking van emissies, dit zowel door actieve systemen als door materiaalgebruik (bijvoorbeeld geen gebruik van toxische lijmen). Vast afval zal op de basis zoveel mogelijk beperkt worden en gescheiden worden opgeslagen om later verwijderd te worden van het continent.

Naast de extreme klimatologische omstandigheden is brand, door de extreme droogte, één van de grootste risico's in Antarctica. Het spreekt voor zich dat hiervoor alle mogelijke veiligheidsmaatregelen moeten worden genomen. In geval van extreme brandschade, waarbij het station niet meer bewoonbaar zou zijn, is er een autonome noodmodule voorzien ten westen van de basis – windopwaarts van het station. Daar zal voldoende brandstof en voedsel aanwezig zijn om een groep mensen gedurende meerdere maanden in leven te houden.

## Verdere planning

Tot nader order is het project in lijn met de vooropgestelde planning. Eind februari 2006 werd de design validatiefase afgesloten met een *design freeze* waarna de gedetailleerde designfase zal starten. De assemblage in België zal van start gaan begin 2007, met materiaaltransport naar Antarctica in oktober 2007. De bouw in Antarctica zal plaats vinden in het zomerseizoen van 2007-2008. Van zodra het station functioneel is zal het overgedragen worden aan het Federaal Wetenschapsbeleid dat zal instaan voor de werking en het onderhoud van de basis, inclusief de financiering van onderzoeksprojecten op de basis. Maar dat is een verhaal op zich...

**Johan Berte**

